

Helsinki 9.11.2000

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

10/089985

REC'D 24 NOV 2000

INFO

POT



Hakija  
Applicant

Laitinen-Vellonen, Sakari  
Jyväskylän mlk

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20000111

Tekemispäivä  
Filing date

20.01.2000

Etuoikeus perustuu  
Priority from appl.

FI 19992100

Tekemispäivä  
Filing date

06.10.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

G01N

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä paperinvalmistusprosessin analysoimiseksi ja sähkökemiallinen anturi nesteen analysoimiseksi"

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

It is hereby certified that the accompanying documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A  
P.O.Box 1160  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500  
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328  
Telefax: + 358 9 6939 5328

# MENETELMÄ PAPERINVALMISTUSPROSESSIN ANALYSOIMISEKSI JA SÄHKÖKEMIALLINEN ANTURI NESTEEN ANALYSOIMISEKSI

Keksinnön kohteena on menetelmä paperinvalmistusprosessin analysoimiseksi, jossa prosessista mitataan sähkökemiallisesta useita sähkökemiallisia suureita ja määritetään hyvien prosessitilanteiden mukaisia sormenjälkiä, joihin normaalissa prosessitilanteessa saatuja sormenjälkiä verrataan ja määritetään oleellisen eron aikaansaavat erot lähtösuureissa.

10 Keksintö koskee myös menetelmän toteuttamiseksi sähkökemiallista eli polarograafista lauv...

Keksintö liittyy erityisesti paperinvalmistuksen prosesseihin mutta myös esim. ympäristövesien tutkimus voitulla kyseeseen.

15

Neuroverkkoja eli neuraalilaskentaa on käytetty erilaisten prosessien analysointiin. Eräs tunnettu neuroverkkomalli on SOM (self oriented map). Tällaisten algoritmien avulla muodostetaan lähtösuureiden vektoreista tietokanta hyvien prosessitilanteiden avulla. Prosessitilanteessa saaduista mittausarvoista lasketaan mittausvektori, jota verrataan tietokannan vektoreihin. Jos nämä poikkeavat tietyllä kriteerillä kaikista vektoreista, pyritään analysimaan, mikä...

20 den avulla. Prosessitilanteessa saaduista mittausarvoista lasketaan mittausvektori, jota verrataan tietokannan vektoreihin. Jos nämä poikkeavat tietyllä kriteerillä kaikista vektoreista, pyritään analysimaan, mikä...

25 ...erollista määrän eron.

25

Usein neuroverkkotekniikkaa sovellettaessa on otettu mukaan suuri joukko prosessin muuttujista, mutta tulokset eivät ole olleet tyydyttäviä. Ilmeisesti osa lähtösuureista on ollut erityisen epävakaita, jolloin ne ovat sekoittaneet tutkimuksia

30 eivätkä ole edustaneet kunnolla prosessitilannetta.

Patenttijulkaisuissa US 5,393,399 ja EP 692711 on esitetty eräitä polarograafisia antureita käyttäviä nesteanalysaattoreita. Suomalaisessa patenttihakemuksessa 892351 on esitetty lisäksi eräs kertakäyttöinen sähkökemiallinen anturi, joka on

35 tarkoitettu lääketieteelliseen käyttöön. Yleisesti tunnettujen antureiden käyttöalue on kapea ja ne pystyvät mittaamaan vain

harvoja ennalta määrättyjä aineita ja niiden pitoisuuksia nesteessä.

Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada uudenlainen menetelmä ja sähkökemiallinen anturi tätä varten, jossa menetelmä antaa parempia ja vakaampia tuloksia kuin aikaisemmat ratkaisut.

Keksinnön mukaisen menetelmän tunnusmerkilliset piirteet on esitetty ohjeissa patenttivaatimuksessa 1 ja vastaavan polarograafisen anturin tunnusmerkilliset piirteet on esitetty patenttivaatimuksessa 7. Sähkökemialliset mittaukset antavat tiettyjä jännitetasoja. Sinänsä keksinnön mukaan ei yleensä määritellä, mitkä aineet tai yhdisteet aikaansaavat saadut vasteet, mikä sinänsä on mahdollista, vaan mittauksista saadaan hyviä prosessitilanteita varten ns. "sormenjälkiä". Sähkökemialliset mittaukset vaativat luotettavan ja toistettavan tuloksen aikaansaamiseksi tueksensa joko laitoksen prosessitietoja, erityisesti sakeus-, virtaus- ja pH-arvoa, ja/tai hajumittauksia mitatuista nesteistä. On nimittäin havaittu, että jonkun yhdisteen voimakkaat vaikutukset saattavat olla nähtävissä helposti "hajuväkeistä" vaikka pelkän nesteen tutkimuksessa havaitaan vainin vainen vaste. Tällaisia hajuväkeistä antavat esimerkiksi bakteerikasvustot tai tietyt päällysteaineet. Haju tutkitaan nesteestä siten, että nesteen kaasujen annetaan vapautua esim. ilmatilaan, johon hajuanturi sijoitetaan. Eräs tällainen hajuanturi on esitetty esimerkiksi WO-julkaisussa 97/05476.

Yleensä sähkökemialliset mittaukset edellyttävät näytteen vakiointia ja usean elektrodiparin käyttöä, mutta tässä tämä ei oletrapeen, kunhan muutokset mitataan ja saatu tieto käytetään neuroverkko laskennassa. Elektrodiparien muodostamat mittauskennot ja yleensä myös pH- sekä lämpötila-anturit muodostavat näytteestä perustulosavaruuden, johon lisätään tiedot esim. sakeus- ja/tai hajumittauksista. Edullisimmin sähkökemialliset

mittaukset suoritetaan monitunnistinkennossa, jossa elektrodiparit on järjestetty säteittäisesti tulokanavan suhteen, johon on sijoitettu yhteinen bias-elektrodi. Tämän avulla mittaukset eivät häiritse toisiaan ja kussakin mittauksessa nesteellä on samat ominaisuudet. Sarjassa on ainakin kolme, edullisimmin neljä elektrodia.

Seuraavassa keksintöä kuvataan viittaamalla oheisiin kuviin, jotka esittävät erästä keksinnön mukaista menetelmää ja siinä käytettyä anturia sekä ohjelmaa.

- Kuva 1 esittää neuroverkkomallia prosessin analysoimiseksi
- Kuva 2 esittää sähkökemiallisesti mitattavan nesteen virtauskaaviota
- 15 Kuva 3 esittää monitunnistinanturin halkileikkausta
- Kuva 4 esittää kuvan 3 monitunnistinanturin poikkileikkausta kuvan 3 kohdalta IV - IV
- Kuva 5 esittää kuvan 3 anturin rotametrijärjestelmää päältä nähtynä
- 20 Kuva 6 esittää kuvan 3 anturin rotametrijärjestelmää
- Kuva 7 esittää monitunnistinanturin elektronista piirilevyä

Keksinnön mukainen mittauslaitteisto muodostaa ainakin online-anturin, jolla tunnistetaan tarkkailtavaan, prosessista otettavaan nesteeseen liuenneita aineita ja niiden pitoisuusmuutoksia identifioimatta kuitenkaan näitä aineita. Prosessitilanteiden tunnistus perustuu työelektrodeilla tapahtuviin sähkökemiallisiin ilmiöihin, pH- ja lämpötilamittauksiin sekä tietokoneen avulla toteutettuun keinoälyyn, joka hyödyntää 30 ennakkoon määriteltäviä tietokantaa sekä valittua lisäinformaatiota. Tämä voi olla laitoksen normaalia prosessitietoa ja/tai hajumittauksia samasta nesteestä.

Kuvan 1 mukaisesti prosessitilanteiden tunnistus tapahtuu sähkökemiallisten, hajumittausten ja prosessitiedon perusteella. Valittu tieto syötetään neuroverkko-ohjelmaan (SOM tai joku muu

neuroverkko-ohjelma), jossa mittaustuloksista muodostetaan moniulotteisessa avaruudessa oleva suuntavektori, jota verrataan laitteen muistissa oleviin laitteelle opetettuihin vektoreihin, jotka edustavat hyviä prosessitilanteita. Jos saatu vektorikirjasto on tarpeeksi lähellä kirjastossa olevaa vektoria, niin tämä tunnistetaan hyväksi prosessitilanteeksi, muuten etsitään ne erot lähtösuureissa, jotka ongelman aiheuttavat.

Vektorikirjasto muodostetaan etsimällä hyviä prosessitilanteita anturistamalla järjestelmä ylläpidolla prosessitilanteilla ja tallentamalla näistä saadut suuntavektorit laitteen muistiin. Näistä anturisignaaleista muodostettuja suuntavektoreita "prosessitilanteiden tunnistinjälkiä" voi olla laitteen muistissa useita satoja. Hyvien prosessitilanteiden valinta voi tapahtua luonnollisesti myös jälkeinpäin perusteellisen analysoinnin jälkeen. Laite muodostetaan edullisesti modulaarisesti, jolloin laitteisto on helposti muokattavissa erilaisiin sovellutuksiin. Mittausanturi on yksi kompakti paketti, joka sisältää mittauskennot ja galvaanisesti erotetun elektroniikan. Varsinainen tiedonkäsittely, tunnistus ja suuntavektorikirjaston ylläpito tapahtuu erillisellä kaupallisella ja nopealla, tehokkaalla mikroprosessorikortilla esim. PC-16. Monet elementit ovat itsenäisiä paketteja, jotka liitetään toisiinsa kiinteällä virtauskanavalla.

25

Kuvan 2 mukaisesti sähkökemiallisen mittauksen nestevirtauspiiriin kuuluu venttiili 12, anturiyksikkö 16, virtausmittarit 17, pH:n mittausanturi 15, ja lämpötilamittaus 18.

30 Näytelinja on muodostettu niin väljäksi ja juohevaksi, ettei edes kuitumaisen näytteen suodatus ole tarpeen. Tällöin vältetään suodatuksen aiheuttamalta muutokselta näytteessä.

Varsinainen aineiden tunnistusanturi 16 koostuu edullisemmin kuudesta tai useammasta mittauskennosta, jotka sijaitsevat säteittäin bias-elektrodin ympärillä.

Kuvan 3 mukaisessa järjestelyssä mittauskennossa 16 olevat työelektrodit 27 viritetään herkiksi tutkittaville aineille syöttämällä virtaa differentiaalivahvistimilla kunkin vastaelektrodin 28 ja liuoksen kautta työelektrodiin 27, kunnes saavutetaan tavoitepotentiaalit työelektrodin 27 ja referenssielektrodin 28 välillä. Virran suuruus määräytyy tavoitepotentiaalista, liuoksen ominaisuudesta ja työelektrodien materiaalista. Tavoitepotentiaalit määritellään mittalaitteella ajettujen polarisaatiokäyristä. Vaihtehtoisesti mittaus suoritetaan galvanostaattisella, jolloin virta-arkki asetetaan vakioon ja mitataan jännitevasteet liuoksen muuttuessa.

Laitteen mittauksen perustasoksi määritetään ne mittauskennojen virtasignaalisot, jotka saadaan puhtaalla nesteellä esimerkiksi vedellä. Perustasoa päivitetään ajoittain laitteen muistiin, jos sen muutosnopeus ja suuruus eivät ole ennalta määritettyjä tasoja suuremmat. Lisättäessä esim. ruokasuolaa puhtaan veteen, virtasignaalisot muuttuvat suhteessa perustasoon ja toisiinsa verrattuna. Näistä saaduista mittaussignaaleiden suhteellisista muutoksista määritellään lisätty aine ja sen määrä.

Jokaisella mittauskennolla on oma analoginen mittauselektroonikkakortti, ja itse diagnostiikkaan liittyvät mittaukset. Analogiakortti kytketään väylällä mittausanturin tietokoneeseen.

Mittaukset voidaan tehdä myös pelkillä referenssi- ja työelektrodien välisillä jännite-eroilla ilman virtasyöttöä, mikä antaa oman tulosavaruutensa. Samoin polarisaatiokäyristä voidaan johtaa ns. Taffelin suorien väliset kulmakertoimet, jotka kuvaavat kulloistakin konsentraatiota liuoksessa.

Ohjelmisto jakautuu useaan eri osa-alueeseen: lepopotentiaalien mittaus, polarisaatiokäyrien ajaminen, tunnistettavien ja häi-

riöaineiden opettaminen ja varsinainen prosessitilanteiden tunnistus. Polarisaatiokäyrien ajaminen tapahtuu antamalla mittauskennolle lähtö- ja loppupotentiaalit, muutospotentiaali ja tasoittumisaika. Nesteenä käytetään ns. tutkittavaa puhdasta nestettä, esimerkiksi puhdasta ponjavettä.

Tämän jälkeen ajaminen käynnistetään, jolloin potentiostaatille annetaan tavoitteeksi lähtöpotentiaali ja potentiostaatti ajaa referenssi- ja työelektrodin väliin halutun jännitteen syöttämällä virtaa vastaelektrodin ja liuoksen kautta työelektrodiin. Potentiaali pysyy tässä potentiaaliarvossa tasoittumisajan, jonka jälkeen suoritetaan virranmittaus. Seuraavaksi annetaan potentiostaatille uusi tavoite, joka on muutospotentiaalia suurempi kuin edellinen tavoitearvo. Tässä arvossa jälleen 15 potentiaali pysyy tasoittumisajan, jonka jälkeen uudelleen mitataan virta. Tällä tavoin jatketaan, kunnes saavutetaan loppupotentiaali. Näistä saaduista potentiaali- ja virta-arvoista piirretään käyrä, josta nähdään haluttu tavoitepotentiaali. Jokaiselle elektrodiparille valitaan tavoitepotentiaali 20 polarisaatiokäyrän vaakasuoralta osalta, jossa sähkökemialliset reaktiot ja siten anturin antamat virtasignaalit ovat minimis-  
säällä.

Opetus- ja tunnistustilassa potentiostaatteihin asetetaan nämä 25 tavoitepotentiaalit ja näillä tavoitepotentiaaleilla saadut anturin virtasignaalit ovat nk. anturin perustaso, johon muutoksia verrataan.

Opettaminen tapahtuu kierrättämällä tunnettua ainetta anturin 30 läpi ja mittaamalla tästä saadut virta-arvot. Näistä saaduista virta-arvoista muodostetaan erillisellä ohjelmalla luokkavektori. Eri aineista saadut luokkavektorit talletetaan laitteen muistiin ainekirjastoksi.

35 Tunnistaminen suoritetaan mittaamalla nesteestä saadut virta-arvot ja muodostamalla siitä luokkavektori. Tästä saatua luok-

kavektoria verrataan laitteen muistissa oleviin vektoreihin. Jos mitattu vektori on tarpeeksi lähellä jotain laitteen muistissa olevaa vektoria, niin tämä tunnistetaan täksi aineeksi.

Kuvien 3 ja 4 mukaisesta mittausanturista koostuu pohjaosa 22, kanavalevy 20, elektrodikansi 19, piirikortti 40 ja kansilevy 21. Pohjaosassa 22 on tulokanava 23, joka jakautuu kanavalevys-  
sä 20 säteittäisesti mittauskanaviin 25, joiden päässä on elektrodikannen lävistävät poistokanavat 24. Nämä on pareittain  
yhdistetty välikanavien 30 avulla yhteen kansilevyssä 21, jossa on myös valinaväliset poistokanavat 31. Järjestelmän pääosana esitetyt rotametrit on yhdistetty liittimien 32 avulla.

Kanavalevy 20 ja elektrodikansi 19 on valmistettu teflonista.  
15 Elektrodit 26, 27, 28 ja 29 on kiinnitetty elektrodikanteen 19 siten, että niiden toinen pää ulottuu kanavaan 25 ja vastakkainen pää voidaan kytkeä suoraan piirikorttiin 40. Mainitut elektrodit on asetettu säteittäin virtauskanavien 25 mukaisesti. Biaselektrodi 26 on sijoitettu tulokanavan 23 kohdalle.

20

Elektrodien 27 - 29 ympärille piirikortin 40 puolella on sovitettu suojasadoitettu lieriö, joka ulottuu ainakin kolmasosan pituudelta elektrodikanavien 25 suuntaan. Lieriön sisäpinta on kohinatasoa huomattavasti.

25

Elektrodiparien materiaalit valitaan halutun sovellusalueen mukaisesti. Oleellista on se, että kukin elektrodipari on erilainen ja mittaa omalla jännitealueellaan näytteen ominaisuuksia. Elektrodien materiaalina voivat olla esim. platina, kulta,  
30 hopea, rauta  $Fe_3$ , rauta  $Fe_2$ , ruostumaton teräs, molybdeeni, sinkki, titaani, cadmium, kupari, lasi, sähköä johtava muovi, keraami.

Hajutieto prosessinesteestä otetaan siten, että kaasujen annea-  
35 taan kulkeutua vapaan nestepinnan yli kaasutilaan, josta kaasua johdetaan hajuanturille.



Kuvissa 6 ja 7 on esitelty anturin poistovirtausjärjestely. Virtausmittarit 35, tässä rotametrit on liitetty liittimien 32 avulla ja poistokanavien 31 kautta välikanaviin 30. Säästöventtiilillä 35' asetetaan virtaus kussakin linjassa yhtä suureksi. Virtausmittarien 35 poistot on kytketty yhteen jakokappaleeseen 36, jonka sisälle on asetettu pH-mittarin 37 anturi. Jakokappaleen 36 keskelle on liitetty yhteinen poistolinja 38.

Poistoyhteeseen 38 liittyy vesilukko 39, joka estää pH-anturin kulumisen selkokkutilanteessa. Samalla itse mittauskennoon 38a nestettä estäen elektrodien 20 + 21 kulumisen.

Keksinnön mukaisen anturin toiminnan kannalta on oleellista, elektrodeihin liittyvät esivahvistimet on koottu kompaktiin piirikorttiin 40, kuva 7. Elektrodisarjat on liitetty suoraan piirilevyyn liittinsarjoihin 41, joissa on omat johdeliittimet 42 itse elektrodeja varten ja toiset johdeliittimet 43 suoja-  
maadoitusta varten. Esivahvistimet on sijoitettu säteittäisten elektrodisarjojen väliseen tilaan 44, jolloin kytkentäetäisyys  
20 jää minimiin. Piirikortin avulla vahvistetut mittaussignaalit johdetaan anturirungon ulkopuolelle alueelle 45, jossa on mittaussignaalia käsitteleviä piirejä ja ohjattuja liittimet.

## Patenttivaatimukset

1. Menetelmä paperinvalmistusprosessin analysoimiseksi, jossa prosessista mitataan ainakin yhdestä nestevirtauksesta useita sänkokemiallisia suureita ja määritetään hyvien prosessitilan- teiden mukaisia sormenjälkiä, joihin normaalissa prosessitilan- teessa saatuja sormenjälkiä verrataan ja määritetään oleellisen muutoksen aikaansaavat erot lähtösuureissa, tunnettu siitä, että käytetään mittauksessa lisänä ainakin yhtä seuraavista

- prosessiteknisiä mittaauksia, kuten sakeus- ja lämpötiloja, virtaus- ja pH-arvoja,
- hajumittaukset kaasusta ainakin yhdestä nestevirtauksesta vapaan nestepinnan yli kaasutilaan.

15

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä paperinvalmistus- prosessin yhteydessä, tunnettu siitä, että prosessista mitataan ainakin yksi tai useampi sakeus-, pH-arvo ja/tai yksi tai useampi virtausmäärä.

20

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sähkökemialliset mittaukset tehdään elektrodien riippumattomasti valintaan kolmella elektrodisarjalla, kuten käsittelen ainakin virtaussuunnassa peräkkäiset työ-, referenssi-, ja  
25 vastaelektrodin (27, 28, 29) sekä kaikille elektrodisarjoille yhteisellä bias-elektrodilla (26).

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että elektrodisarjat (27, 28, 29) on asetettu tulokanavasta  
30 (23) säteittäisesti johdettuihin mittauskanaviin (25) ja yhteinen bias-elektrodi (26) on sijoitettu tulokanavaan (23).

5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mittaukset tehdään ainakin yhdestä kuitupitoisesta  
35 nestevirtauksesta ja mittauskanavat (23, 25, 30) on sovitettu

niin väljiksi, että myös kuitupitoinen neste läpäisee ne aiheuttamatta tukkeutumisvaaraa.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sähkökemiallisia elektrodisarjoja (26 - 29) on kuusi ja niiden poistokanavat (24) on pareittain kytketty yhteen ja edelleen nämä parit virtausmittarin (35) kautta yhteiseen poistolinjaan (38).

7. Sähkökemiallinen eli polarografinen kalibrointitietoinen anturi nesteen analysoimiseksi, jossa anturissa on mittauskennon, jonka läpi neste johdetaan ja jossa on useita elektrodisarjoja (26, 27, 28, 29) kuhunkin sarjaan kuuluessa ainakin työelektrodi (28) ja vastaelektrodi (29) sekä kuhunkin sarjaan liittyen esivahvistin heikon mittaussignaalin vahvistamiseksi, tunnettu siitä, että tulokanavassa (23) on yhteinen referenssi/bias-elektrodi (26), jolloin kussakin mittauspiirissä on ainakin kolme elektrodia ja sarjat on sijoitettu sinänsä tunnetulla tavalla tulokanavan (23) suhteen säteittäisiin mittauskanaviin (25).

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen anturi, tunnettu siitä, että sanottuihin elektrodisarjoihin (27, 28, 29) kuuluu kuhunkin oma referenssielektrodi (28), jolloin kussakin mittauspiirissä on neljä elektrodia keskielektrodin ollessa yhteinen bias-elektrodi (26).

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen anturi, tunnettu siitä, että ainakin yhden elektrodin (26, 27, 28, 29) materiaali kuuluu ryhmään: platina, kulta, hopea, rauta  $Fe_3$ , rauta  $Fe_2$ , ruostumaton teräs, molybdeeni, sinkki, titaani, cadmium, kupari, lasi, sähköä johtava muovi, keraami.

10. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen anturi, tunnettu siitä, että kuhunkin sarjaan liittyvä esivahvistin on sijoitettu

elektrodisarjojen väliseen tilaan (44) kunkin elektrodisarjan (27 - 29) välittömään läheisyyteen.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen anturi, tunnettu siitä, että anturiin kuuluu sateittaiset kanavat (20) ainakin ynoelta puolelta kattava elektrodikansi (19), johon elektrodit on kiinnitetty niiden ulottuessa mainittuihin kanaviin (25) ja vastakkaisella puolella erityiseen elektroniseen piirikorttiin (40), johon mainitut esivahvistimet on asennettu.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen anturi, tunnettu siitä, että elektrodien (27 - 29) ympärille piirikortin (40) puolella on sovitettu suojamaadoitettu lieriö, joka ulottuu ainakin kolmasosan syvyydelle elektrodikantta (19).

15

13. Patenttivaatimuksen 7 - 12 mukainen anturi, tunnettu siitä, että anturin putkistot on sovitettu siten, että seisokkitilanteessa anturien ympärille jää nestettä.

(57) TIIVISTELMÄ

Keksinnön kohteena on menetelmä paperinvalmistusprosessin analysoimiseksi, jossa prosessista mitataan ainakin yhdestä nestevirtauksesta ainakin yksi sähkösäätöarvo, ja määritetään hyvien prosessitilanteiden mukaisia sormenjälkiä. Mittauksessa käytetään lisäksi ainakin yhtä seuraavista ryhmistä:

- prosessiteknisistä mittauksista, kuten säätöarvoista, ja
- hajumittauksista kaasusta ainakin yhdestä nestevirtauksesta vapaan nestepinnan yli kaasutilaan.

Keksintö liittyy myös sähkökemialliseen anturiin.

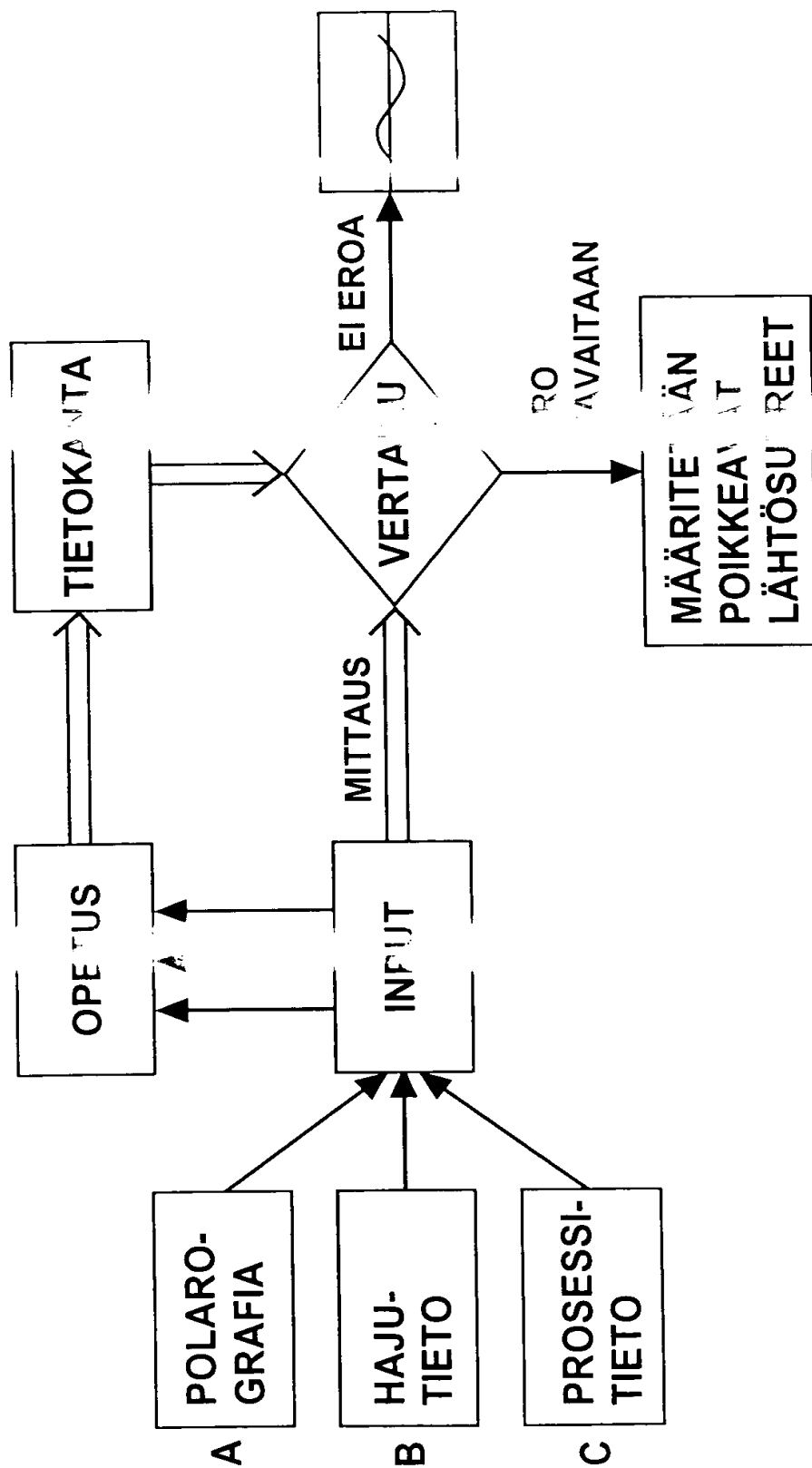


Fig. 1

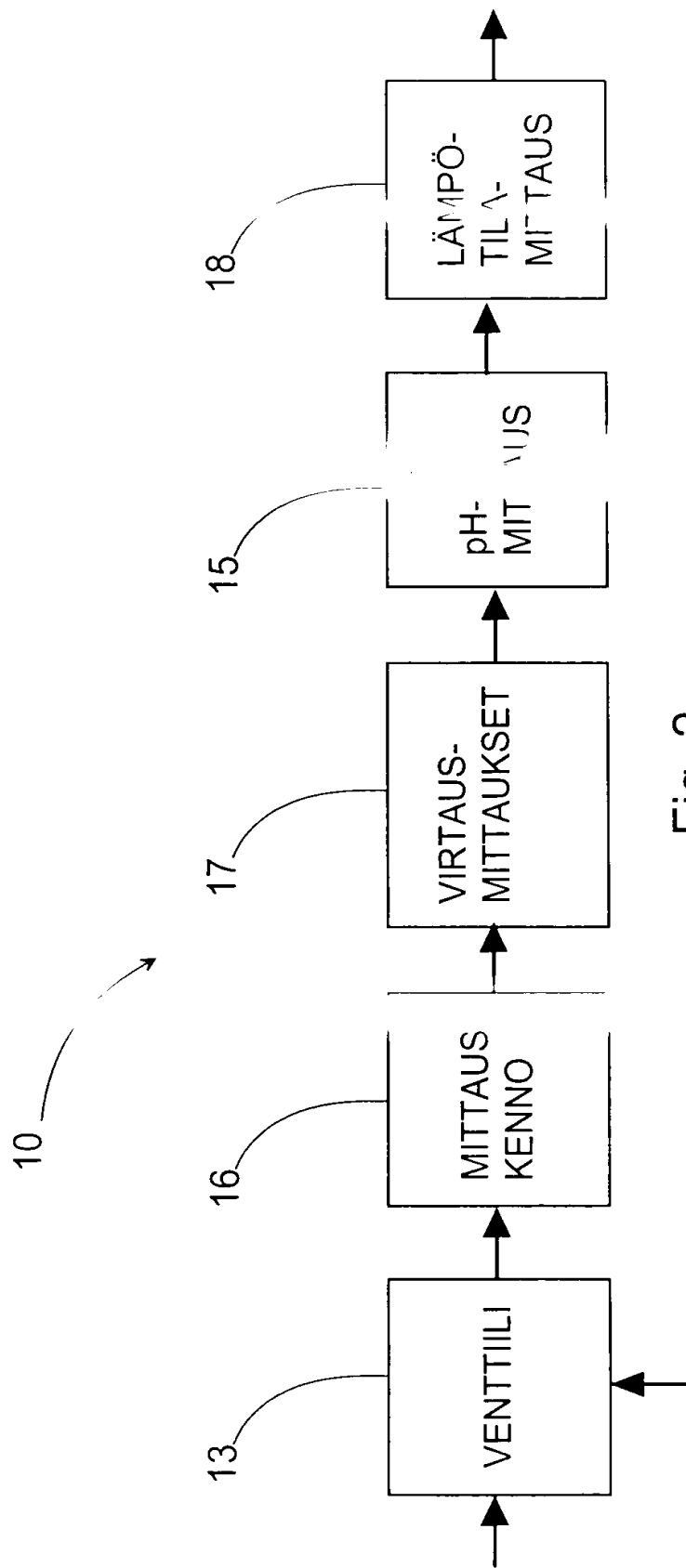


Fig. 2

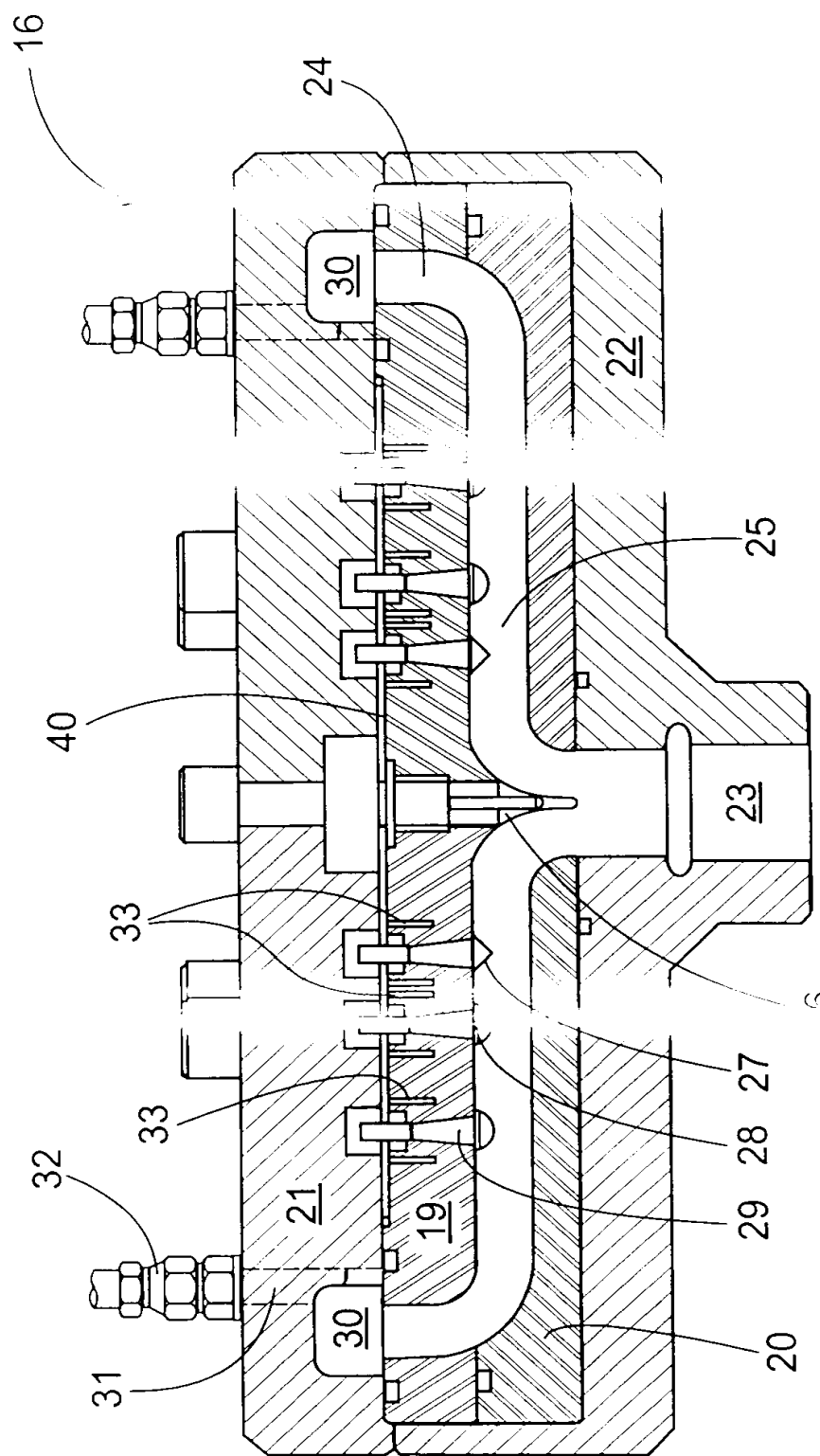


Fig. 3



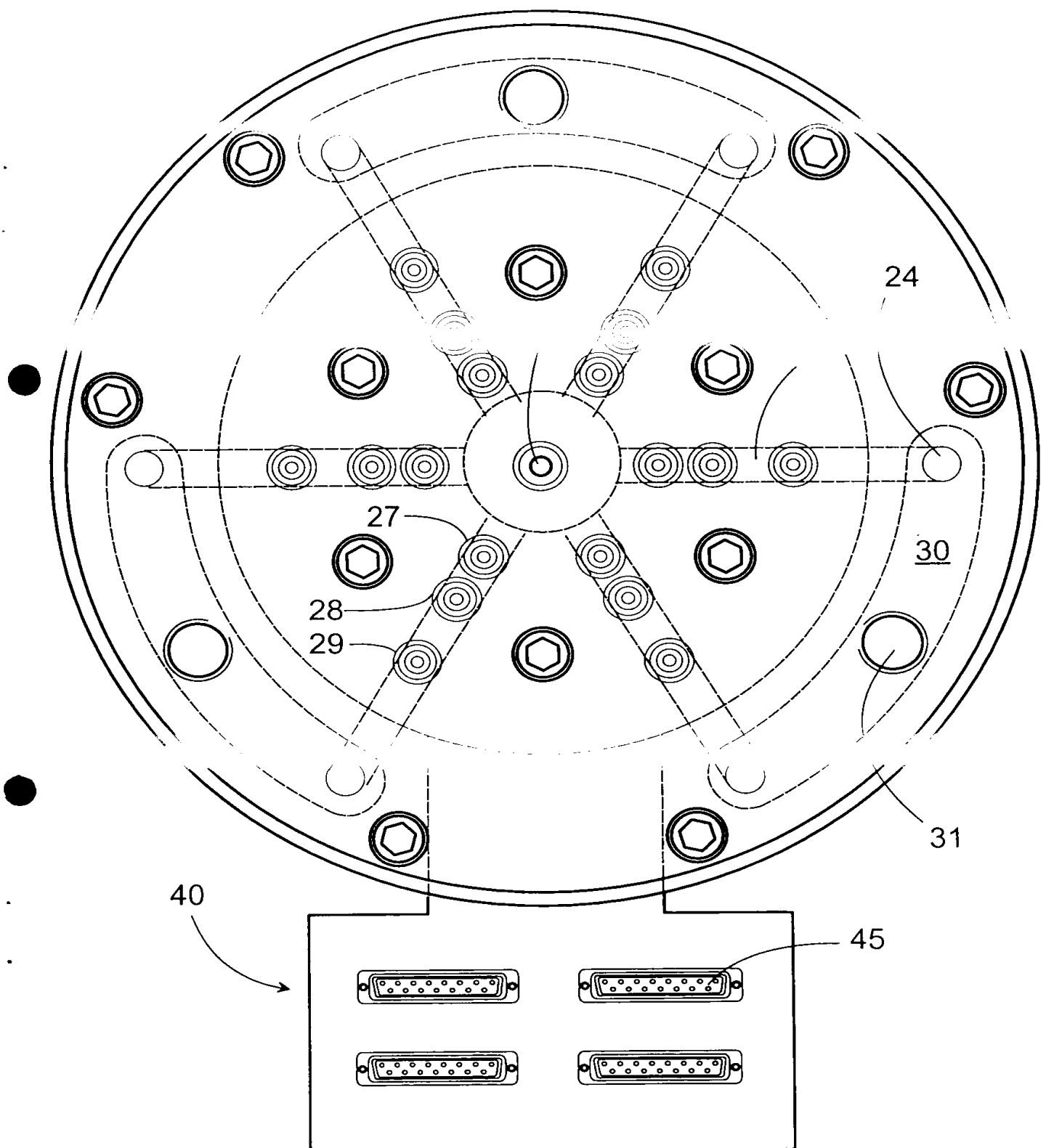


Fig. 4

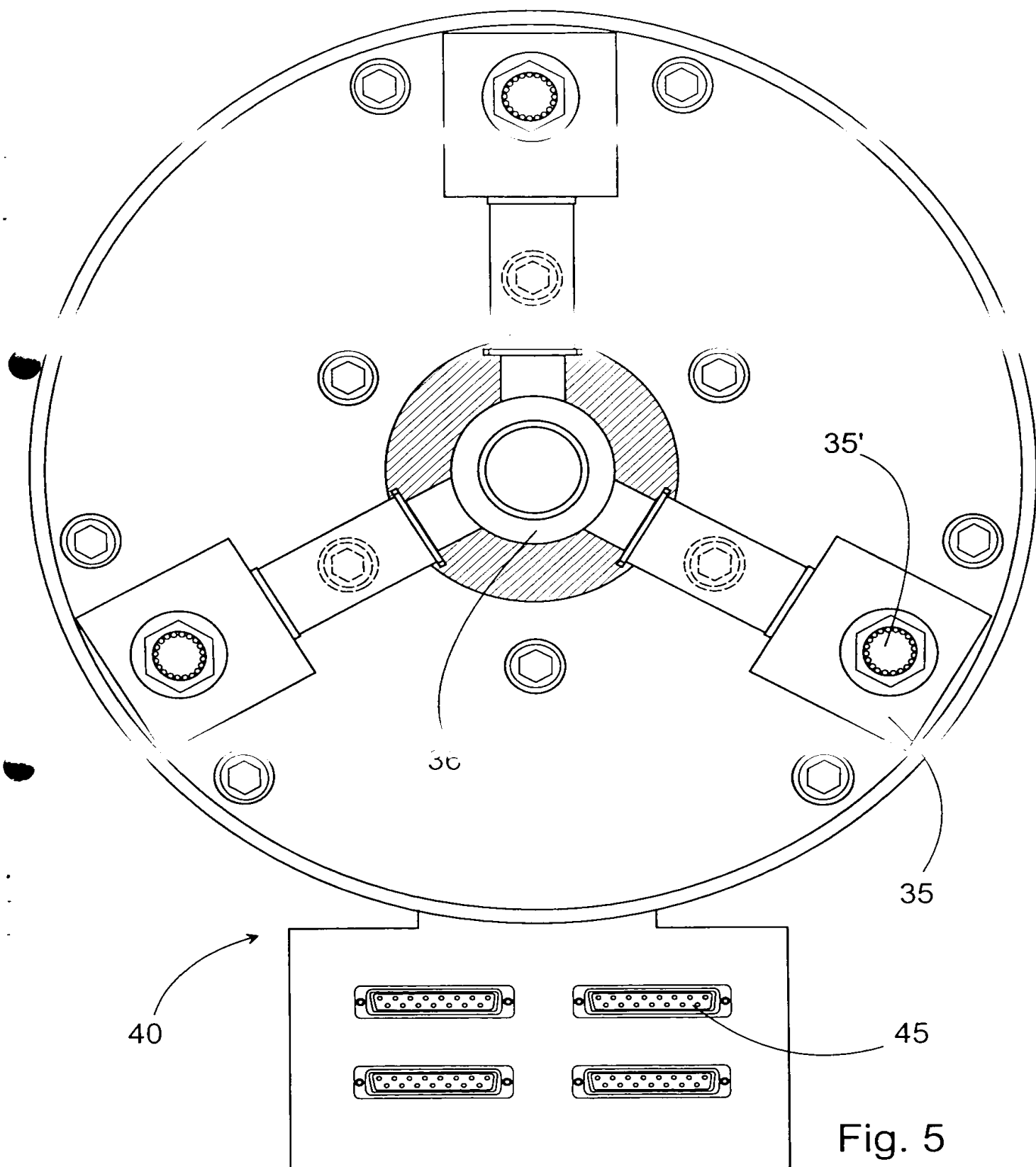


Fig. 5

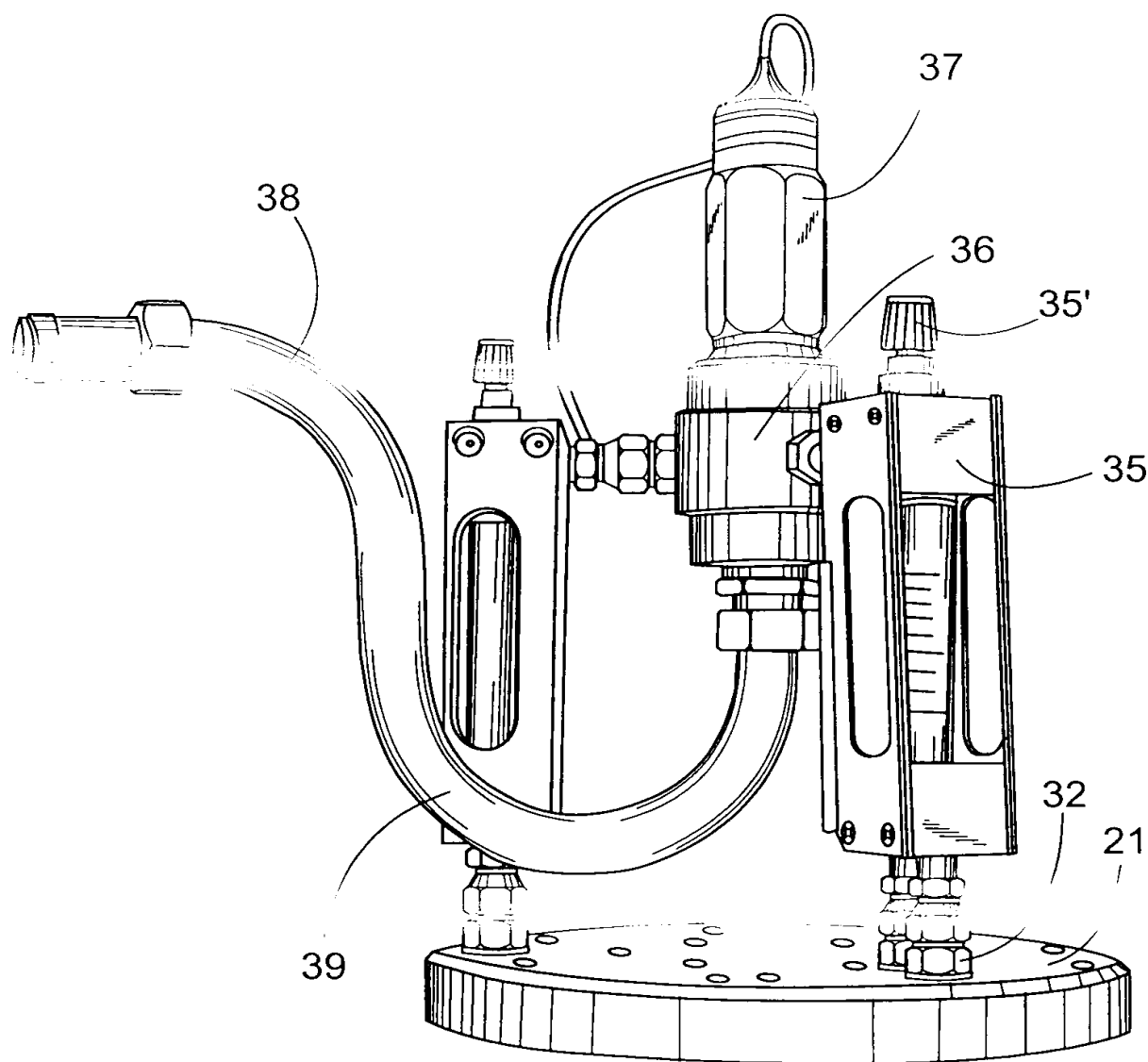


Fig. 6

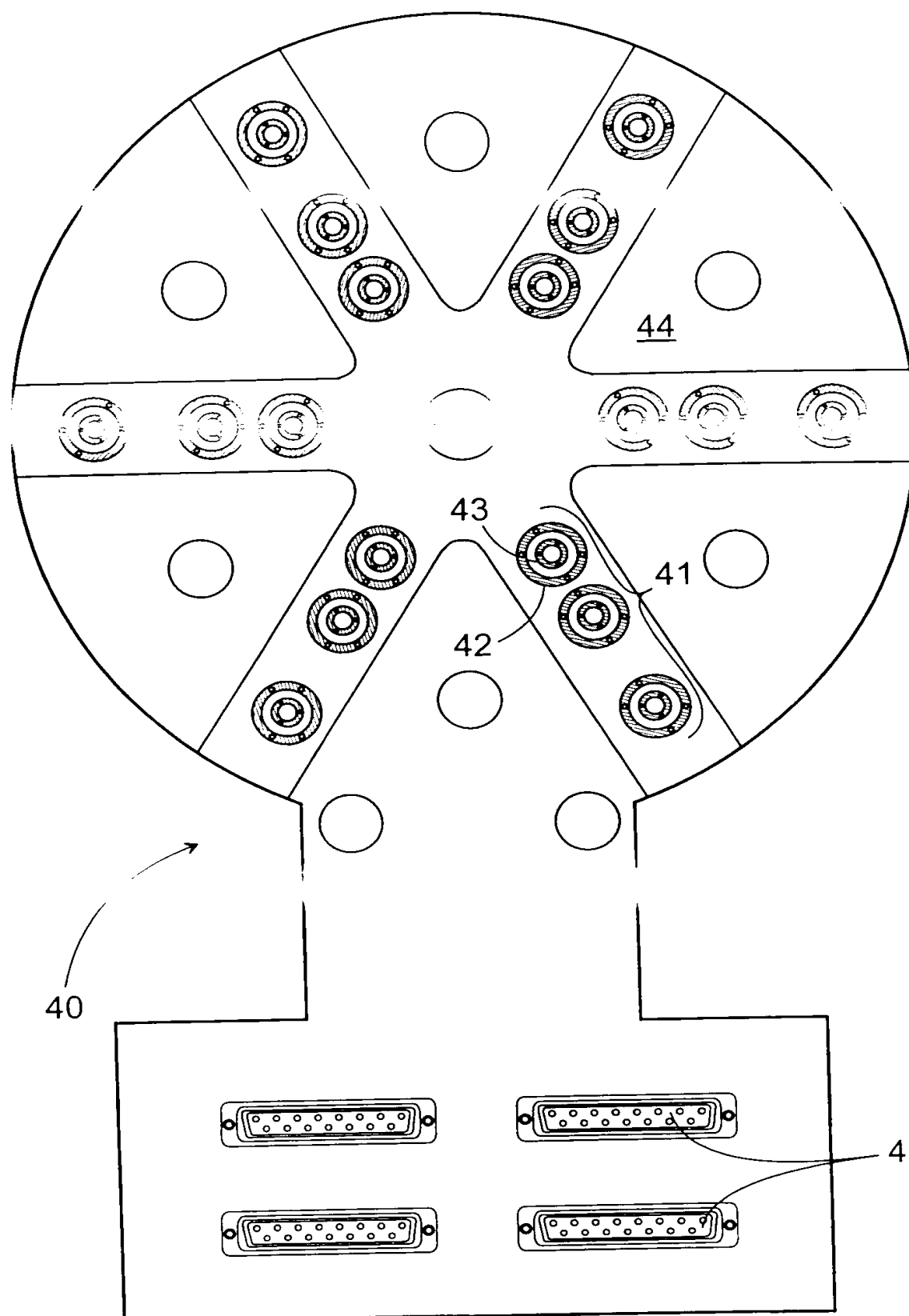


Fig. 7